

10.7.地盤

存在・供用時における造成地の存在（盛土等）に伴う地盤沈下の影響が考えられるため、計画地周辺に及ぼす影響について予測及び評価を行った。

また、予測及び評価するための基礎資料を得ることを目的として、地盤沈下の状況等の調査を行った。

10.7.1.調 査

1)調査内容

(1)地盤沈下の状況

計画地及びその周辺における地盤沈下の状況を調査した。

(2)地形・地質の状況

地質構造、及び圧密沈下を予測する上で必要なパラメータとなる土質について調査した。

(3)その他の予測・評価に必要な事項

揚水量等の地下水利用や、土地利用状況について調査した。

2)調査方法

(1)地盤沈下の状況

「平成 22 年地盤沈下・地下水位観測年報」（平成 23 年 3 月、埼玉県環境部）、「平成 22 年度水準測量成果表」（平成 23 年 1 月 1 日、埼玉県環境部）等の既存資料の整理・解析によった。

(2)地形・地質の状況

別途実施しているボーリング等調査*（標準貫入試験、孔内水平載荷試験、現場透水試験を含む）及び土質試験によった。

また、「土地分類基本調査（地形分類図、表層地質図）」（昭和 50 年、埼玉県）等の既存資料の整理・解析によった。

* 「平成 20 年度 概略可能性調査その 2 業務委託 地質報告書」（平成 21 年 3 月、埼玉県企業局地域整備課、昭和株式会社）

(3)その他の予測・評価に必要な事項

揚水量等の地下水利用状況については、「平成 22 年地盤沈下・地下水位観測年報」（平成 23 年 3 月、埼玉県環境部）等の既存資料の整理・解析によった。

土地利用状況については、地形図、航空写真等の既存資料の整理・解析によった。

3)調査地域・地点

調査地域は、計画地の盛土等に伴う地盤沈下の影響を予測及び評価することから、計画地及びその周辺とした。計画地内ボーリング等調査地点は、図10.7.1-1に示すとおりである。

4)調査期間・頻度

ボーリング等調査の現地調査期間は、平成21年1月20日～3月25日である。

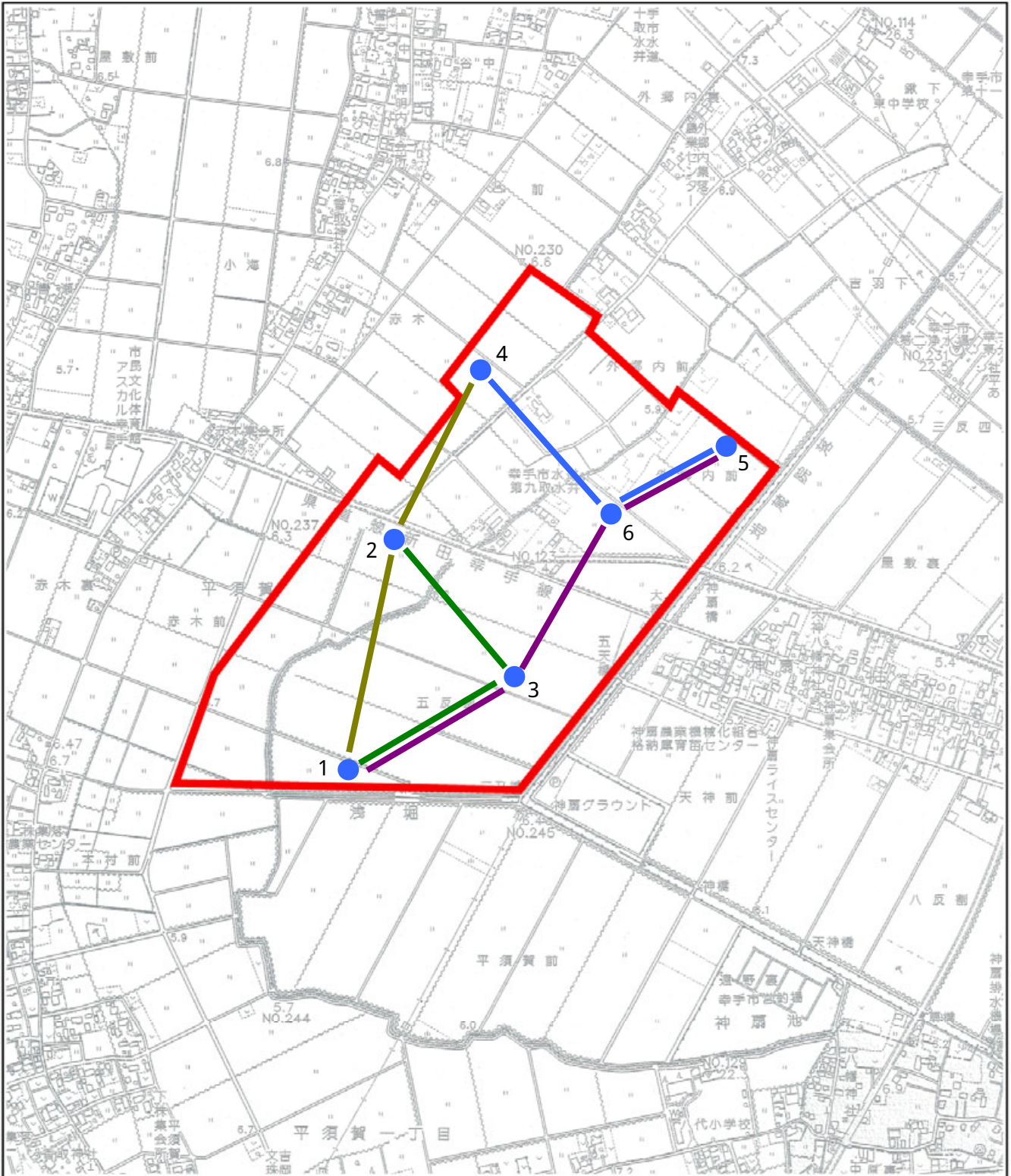
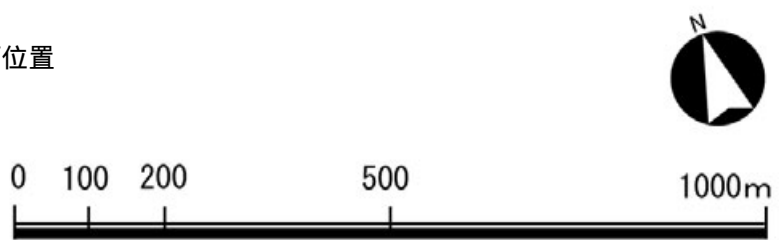


図 10.7.1-1 ボーリング等調査地点位置図

- ボーリング等調査地点
- — — 地層想定断面図の断面位置
- 計画地



5) 調査結果

(1) 地盤沈下の状況

計画地周辺の水準測量地点における調査開始からの地盤沈下量は図 10.7.1-2 に示すとおりである。いずれの地点も沈下傾向を示しており、地点によって観測期間は異なるが、調査開始時（昭和 48 年）からの全沈下量が約 1 m に達する地点もある。

計画地周辺の過去 5 年間の変動量は、「第 3 章 3.2. 自然的状況 3.2.3. 2) 地盤」に示すとおりである。計画地周辺の過去 5 年間の変動量は全地点で沈下となっており、累積沈下量は 5 ~ 51mm である。

(2) 地形・地質の状況

a) 地形の状況

計画地及びその周辺の地形分類図は、「第 3 章 3.2. 自然的状況 3.2.4. 1) 地形の状況」に示すとおりである。

計画地は低地に位置し、計画地の周辺は、自然堤防等の微高地や、後背湿地や旧流路跡（旧河道）等の低湿地からなる平坦地となっている。

計画地の標高は T.P.+5 ~ 6 m 程度であり、低地は主に水田として利用されている。

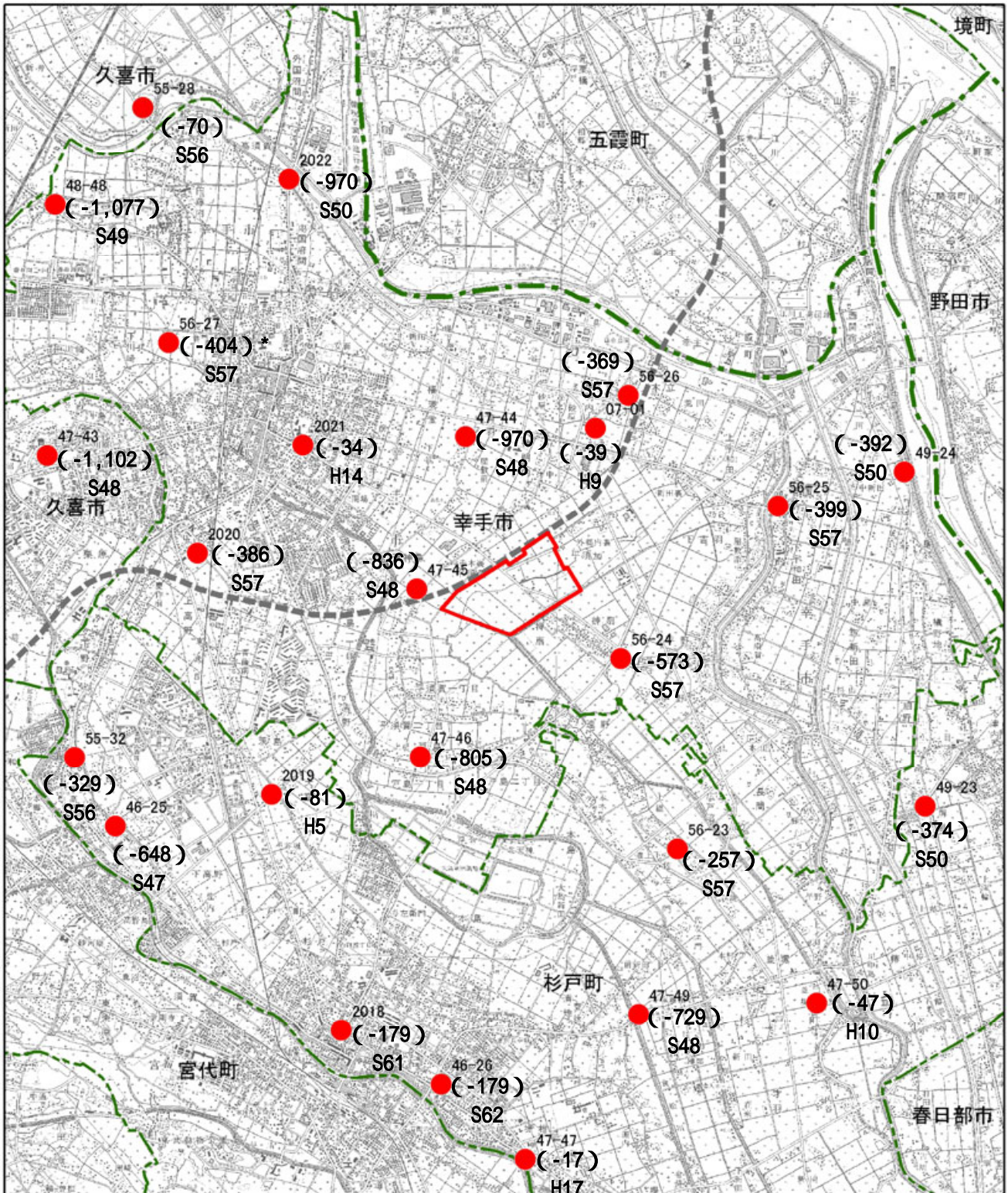


図 10.7.1-2 計画地周辺の地盤沈下量

凡例

- 計画地
- 県境界
- 各市町村の行政界
- 圏央道(計画)

● 精密水準測量地点

()内は調査開始年から平成23年1月1日までの沈下量(mm)、下段は調査開始年(S:昭和、H:平成)

* 地点56-27(幸手市)は平成22年1月1日までの沈下量である。

資料:「平成22年度水準測量成果表」
(平成23年1月1日、埼玉県環境部)

1:50,000
0
500
1,000 m



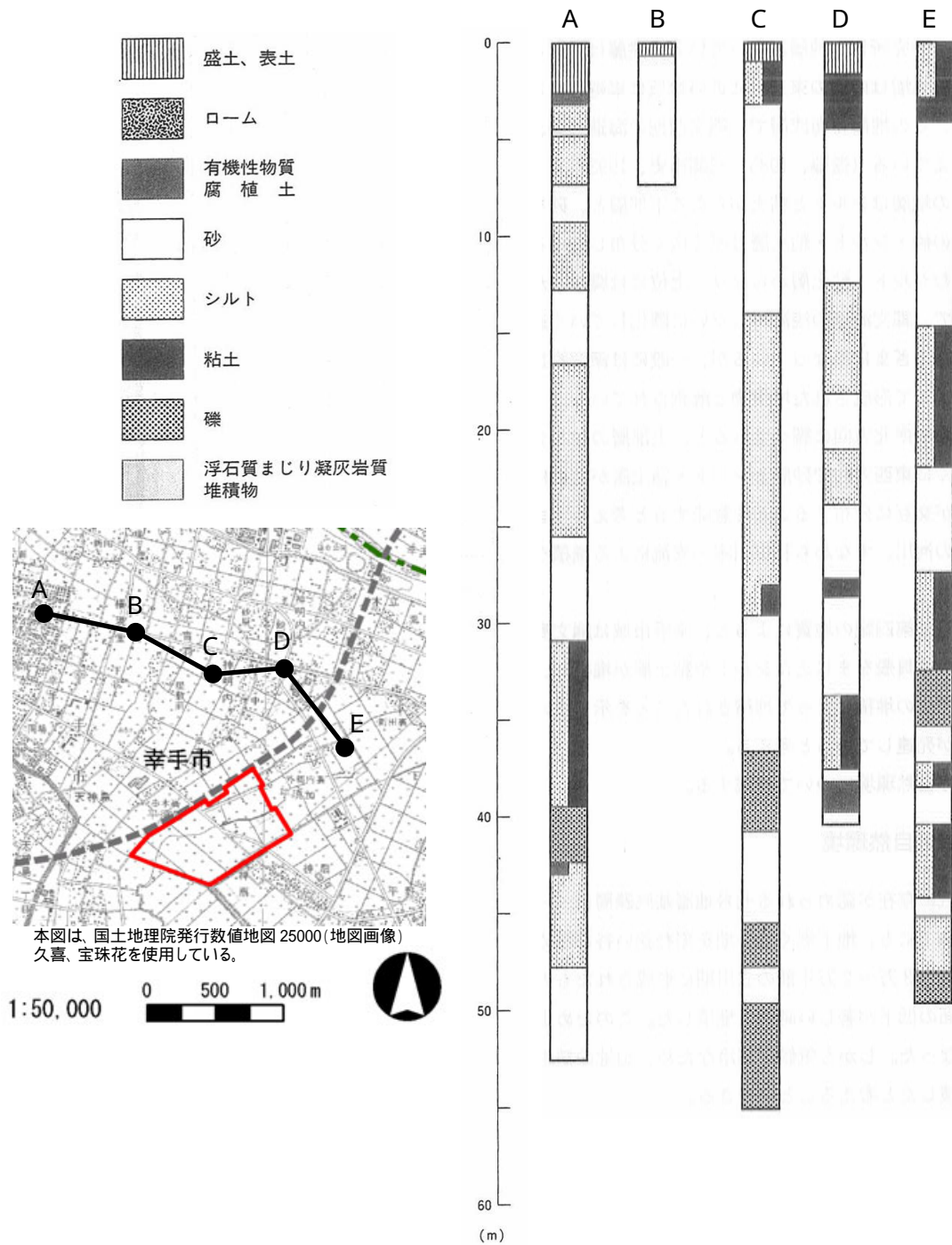
本図は、国土地理院発行数値地図25000(地図画像)久喜、宝珠花、栗橋、下総境を使用している。

b)地質の状況

(a)既存資料調査

計画地及びその周辺の表層地質図は、「第3章 3.2.自然的状況 3.2.4. 2)表層地質の状況」に示すとおりであり、計画地の表層地質は、泥質堆積物（氾濫原の後背湿地）となっている。

「幸手市史 自然環境編」（平成6年、幸手市教育委員会）の計画地の北側約1km付近の地質柱状図（図10.7.1-3）によると、地表から30m付近以下には砂礫層がみられるが、それ以上には砂、シルト、粘土層が埋積している。



資料：「幸手市史 自然環境編」（平成6年、幸手市教育委員会）

図10.7.1-3 計画地及びその周辺における地質柱状図

(b)現地調査

計画地内のボーリング調査により求めた計画地の地質層序表は、表10.7.1-1に示すとおりである。また、計画地内の推定地質断面図は図10.7.1-4(1)～(4)に、地層想定断面図の断面位置は、図10.7.1-1に示すとおりである。

最上層の有楽町層上部層のシルト層 (Yu-c) は、最上部の20～25cm程度は耕作土であり、以深はシルトを主体として、粘土質シルト、砂混じりシルト、砂質シルト状を呈している。層厚は6～8.5m、N値は0～2である。

その下位に分布する有楽町層下部層はシルト層 (YI-c) とそれに介在する砂層であるシルト混じり細砂層～砂質シルト層 (YI-s) に分けられる。シルト層 (YI-c) の層厚は14.95～23.15 m、N値は0～4、シルト混じり細砂層～砂質シルト層 (YI-s) の層厚は最大4.7m、N値は0～4である。

七号地層相当層はシルト層 (Na-c) とシルト質細砂層 (Na-s) に分けられ、シルト層 (Na-c) の層厚は1.9～3.65m、N値は2～9、シルト質細砂層 (Na-s) の層厚は0.2～1m、N値は11である。

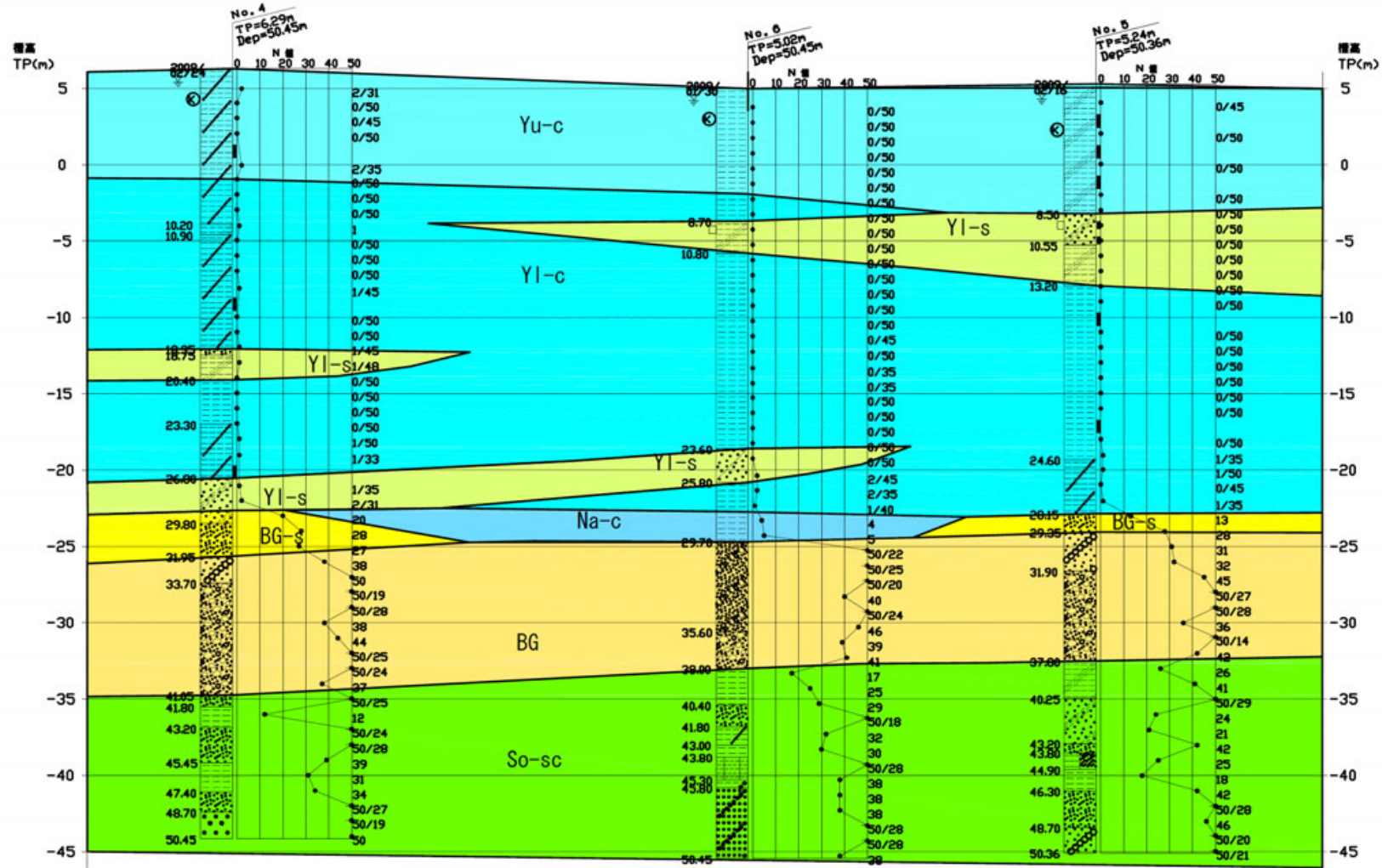
基底礫層は細砂層 (BG-s) と砂礫層 (BG) に分けられる。細砂層 (BG-s) の層厚は1.2～2.95 m、N値は13～28、砂礫層 (BG) の層厚は1.8～9.1m、N値は25～50以上である。

下総層群の砂泥互層 (So-sc) は全体が極めて複雑な互層で構成されており、互層の単層は中間土であることも多く層境は不明瞭で、シルトから細砂まで砂の混入量が変化し、礫混じり砂や砂礫層であることもある。このような互層が18m以上続き、N値は5～50以上とばらつきがみられた。

なお、ボーリング調査結果の詳細は、資料編「第6章 地盤」に示す。

表10.7.1-1 地質層序表

時 代		地 層 名	土層記号	土 層 名	層 厚 [m]	N 値	平均 N 値	
第四紀	完新世	沖積層	有楽町層上部層	Yu-c	シルト層	6.00～8.50	0～2	0.2
			有楽町層下部層	YI-c	シルト層	14.95～23.15	0～4	0.2
				YI-s	シルト混じり細砂層～砂質シルト層	～4.70	0～4	0.4
			七号地層相当層	Na-c	シルト層	1.90～3.65	2～9	4.1
	Na-s	シルト質細砂層		0.20～1.00	11	10.6		
	更新世	基底礫層	BG-s	細砂層	1.20～2.95	13～28	22.0	
			BG	砂礫層	1.80～9.10	25～50<	48.6	
		洪積層	下総層群	So-sc	砂泥互層	18.30<	5～50<	38.4



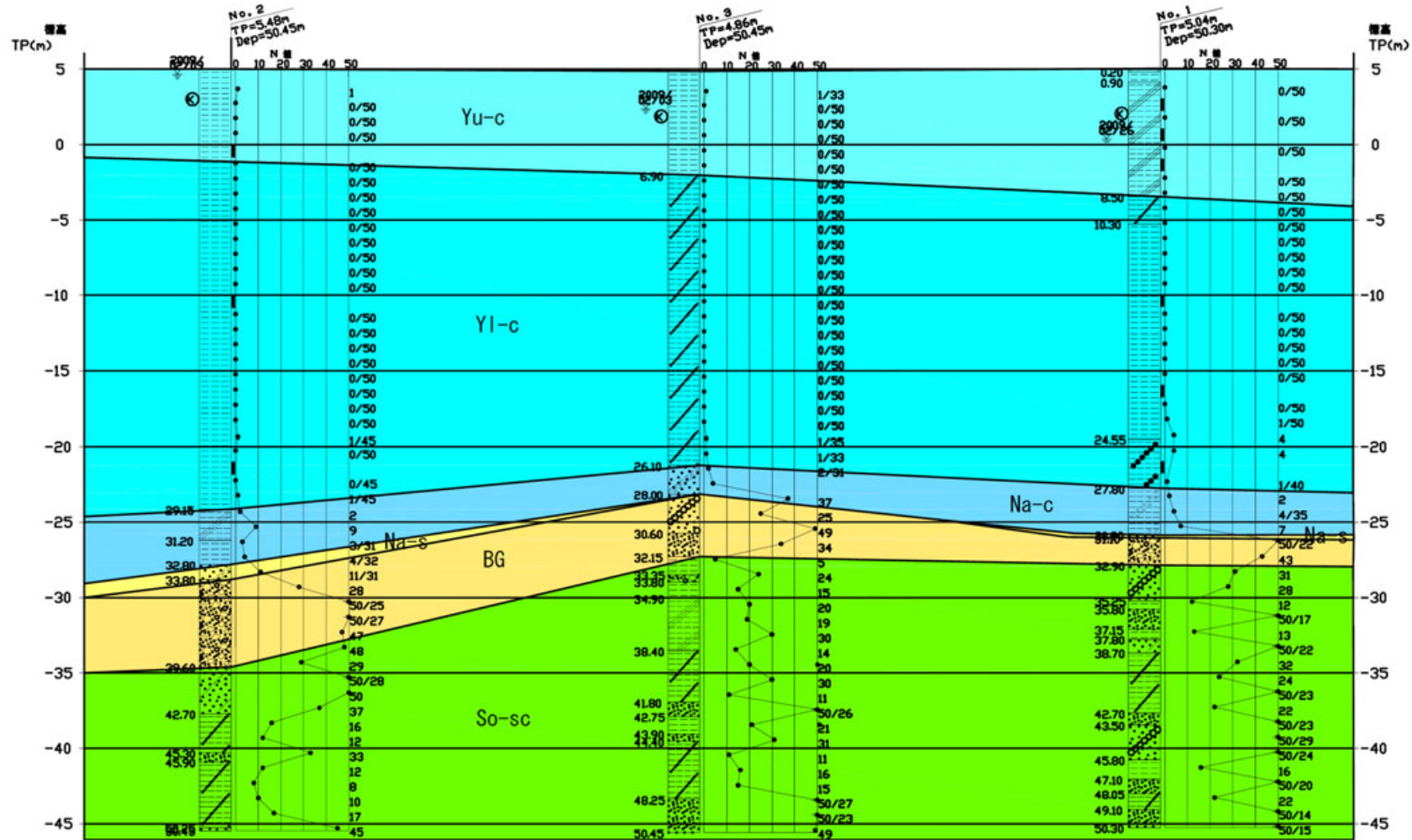
柱状図凡例

	盛土 (粘性土)
	砂質シルト
	シルト混じり細砂
	細砂~細砂
	砂混じりシルト層
	シルト

調査地の地層構成表

時代	地層名	記号	土層名	
第四紀	沖積層	有楽町層上部層	Yu-c	シルト層
		有楽町層下部層	YI-c	シルト層
			YI-s	シルト混じり細砂~砂質シルト層
		七号地層相当層	Na-c	シルト層
			Na-s	シルト質細砂層
		基底礫層	BG-s	細砂層
		BG	砂礫層	
更新世	洪積層	下総層群	So-sc	砂泥層

図10.7.1-4(1) 推定地質断面図 (No.4-2-1断面)



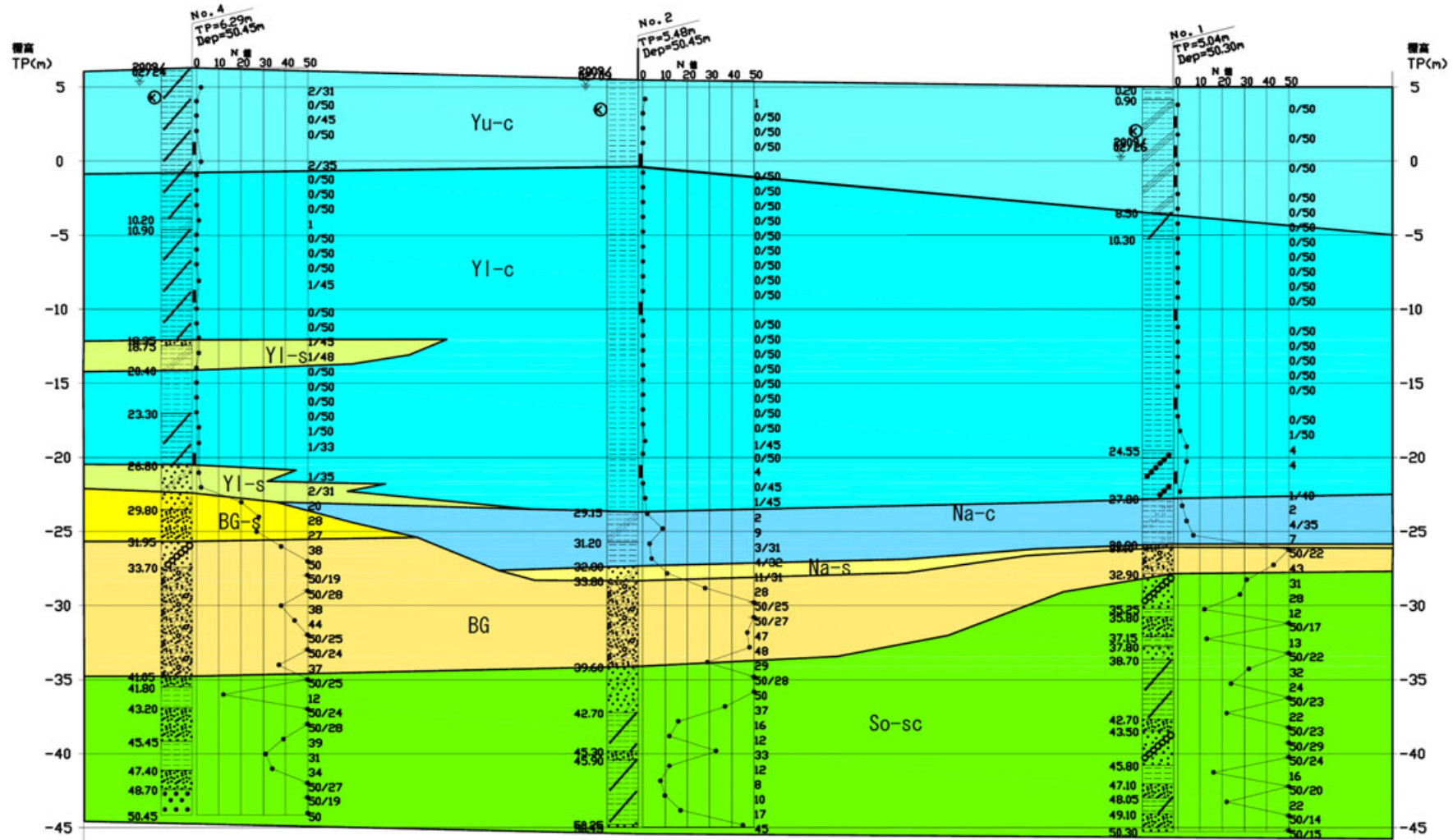
柱状図凡例

	盛土 (粘性土)
	砂質シルト
	シルト混じり細砂
	細砂～粗砂
	砂混じりシルト層
	シルト

調査地の地層構成表

時代	地層名	記号	土層名
第四世 更新世	沖積層	有楽町層上部層	Yu-c シルト層
		有楽町層下部層	YI-c シルト層
		七号地層相当層	YI-s シルト混じり細砂～砂質シルト層
			Na-c シルト層
			Na-s シルト質細砂層
		基礎礫層	BG-s 細砂層
第四世 更新世	洪積層	基礎礫層	BG 砂礫層
		下総層群	So-sc 砂泥層

図10.7.1-4(2) 推定地質断面図 (No.5-6-3-1断面)



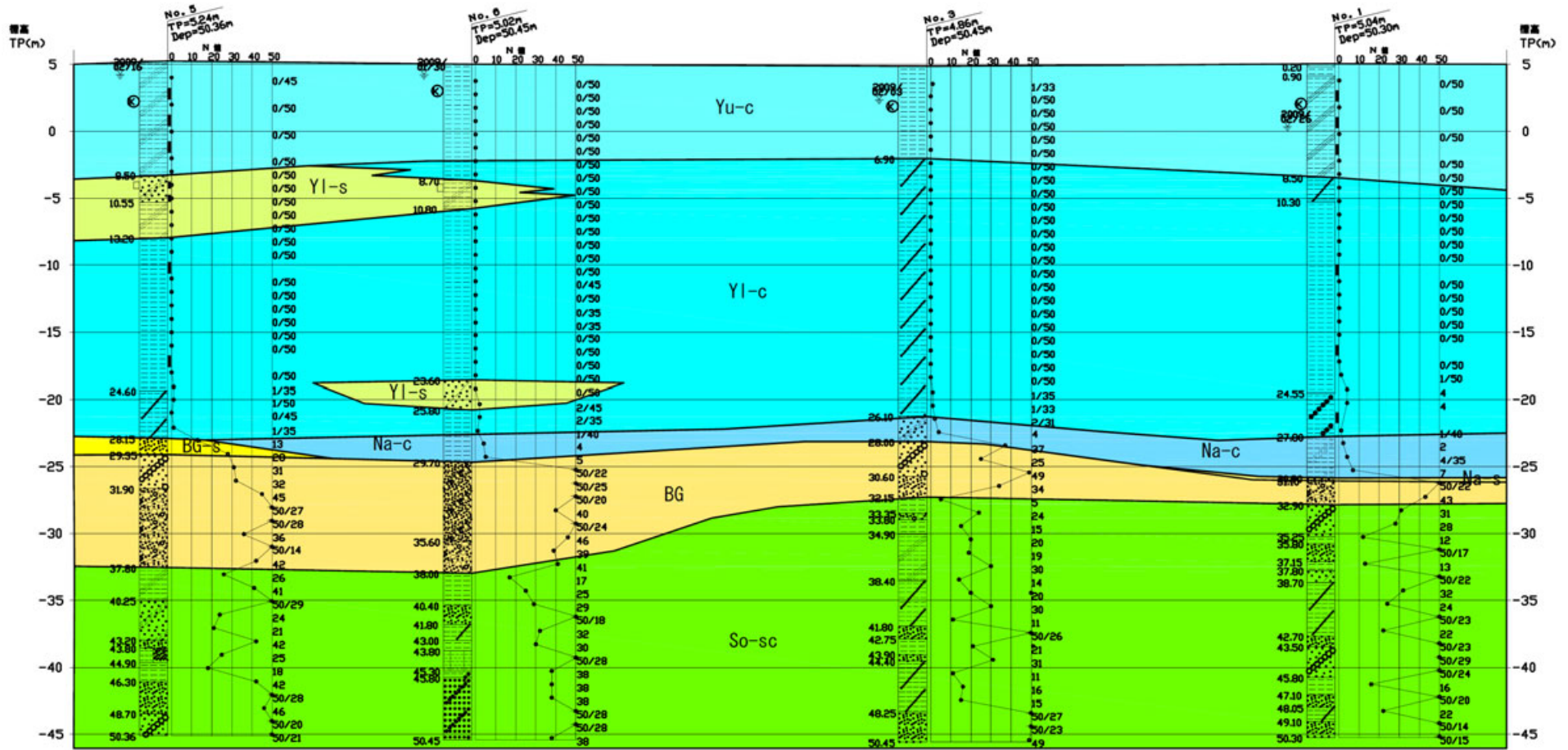
柱状図凡例



調査地の地層構成表

時代	地層名	記号	土層名	
第四紀	沖積層	有楽町層上部層	Yu-c	シルト層
		有楽町層下部層	Yl-c	シルト層
			Yl-s	シルト混じり細砂~砂質シルト層
		七号地層相当層	Na-c	シルト層
			Na-s	シルト質細砂層
		基底礫層	BG-s	細砂層
	更新世	洪積層	BG	砂礫層
	下総層群	So-sc	砂泥層	

図10.7.1-4(3) 推定地質断面図 (No.4-6-5断面)



柱状図凡例

	壤土 (粘性土)
	砂質シルト
	シルト混じり細砂
	細砂～粗砂
	砂混じりシルト層
	シルト

調査地の地層構成表

時代	地層名	記号	土層名	
第四紀	沖積層	有楽町層上部層	Yu-c	シルト層
		有楽町層下部層	YI-c	シルト層
			YI-s	シルト混じり細砂～砂質シルト層
		七号地層相当層	Na-c	シルト層
			Na-s	シルト質細砂層
		基底礫層	BG-s	細砂層
更新世	洪積層	下総層群	BG	砂礫層
			So-sc	砂泥層

図10.7.1-4(4) 推定地質断面図 (No.2-3-1断面)

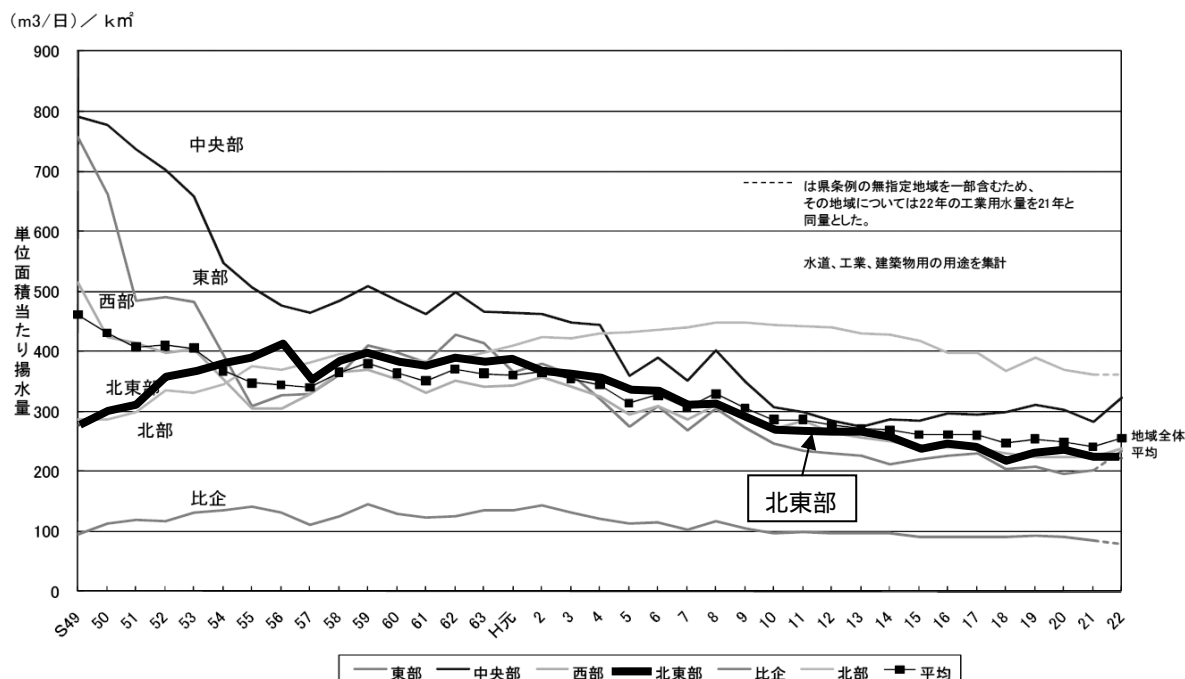
(3) その他の予測・評価に必要な事項

a) 地下水利用状況

計画地の位置する幸手市及びその周辺の関係市町における地下水採取量の推移は、「第3章 3.1. 社会的状況 3.1.3. 5)地下水」に示すとおりである。幸手市における平成22年の採取量は8,325.5m³/日であり、採取量は増加傾向にある。主な用途は水道用である。

埼玉県における昭和49年からの地域別単位面積当たり日揚水量の経年変化は、図10.7.1-5に示すとおりである。計画地の位置する北東部地域の揚水量は、昭和56年頃がピークであり、以降は概ね減少傾向である。

幸手市及びその周辺の関係市町は、「第3章 3.1. 社会的状況 3.1.7. 6)地盤沈下」に示すとおり、「埼玉県生活環境保全条例」の第一種指定地域に指定されており、吐出口断面積の大きさにより、ストレーナーの位置や揚水量が規制されている。



資料：「地下水採取量経年変化（平成22年次）」（埼玉県環境部）

図10.7.1-5 地域別単位面積当たり揚水量の推移

b) 土地利用状況

計画地及びその周辺の土地利用は、低地部は主に農地として、自然堤防等は主に宅地として利用されている。

計画地は低地部であり、主に水田として利用されている。

10.7.2. 予 測

1) 軟弱地盤上への盛土に伴う地盤の変形の程度及び範囲

(1) 予測内容

造成地の存在に伴う軟弱地盤上の盛土が周辺地盤に及ぼす影響とした。

(2) 予測方法

圧密沈下理論式を用いて予測する方法によった。

a) 圧密沈下理論式

圧密沈下量は次式により算定した。

$$S_c = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0} \times H$$

S_c : 盛土荷重による圧密沈下量 (m)

e_0 : 原地盤の初期間隙比 (e-logP曲線より求める)

e_1 : 盛土載荷後の間隙比 (e-logP曲線より求める)

H : 圧密される地盤の層の厚さ (m)

b) 圧密時間

圧密時間は次式により算定した。

$$t = T_v d^2 / C_v$$

t : 仮定した圧密度 (U %) までに要する時間 (日)

T_v : 圧密度 U に対する時間係数

U (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
T_v	0.008	0.031	0.071	0.126	0.197	0.287	0.403	0.567	0.848

C_v : 圧密係数 ($m^2/日$) (log C_v -logP曲線 (圧密試験の結果) より決める)

d : 排水距離 (m) 両面排水の場合 $d = H/2$

片面排水の場合 $d = H$ (H : 圧密沈下層厚)

(3) 予測地域・地点

予測地域は、計画地の敷地境界付近を含む地域とし、予測地点は、計画地敷地境界付近のボーリング等調査地点である地点1と地点5の2地点を計画地内の代表予測地点とした。

(4) 予測対象時期等

供用時とした。

(5) 予測条件

a) 盛土高さ

盛土高さは、圧密沈下後の地盤高さを地点1で+0.8m、地点5で+0.5mにすることを想定し、初期値は地点1で1.0m、地点5で0.7mと設定した。

b) 原地盤の初期間隙比 (e_0) と盛土載荷後の間隙比 (e_1)

原地盤の初期間隙比 (e_0) は、ボーリング等調査における圧密試験結果による $e - \log P$ 曲線から求めた。

盛土載荷後の間隙比 (e_1) は、 p_0 (有効土かぶり圧) と p (鉛直増加応力) の和 ($p_0 + p$) に相当する $e - \log P$ 曲線より求めた。

予測地点(地点1、地点5)における層ごとの初期間隙比と、盛土載荷後の間隙比は表10.7.2-1に示すとおりである。

c) 圧密係数 (C_v)

圧密係数 (C_v) は、ボーリング等調査における圧密試験結果による $\log C_v - \log P$ 曲線から求めた。

予測地点(1、5)における層ごとの圧密係数は表10.7.2-1に示すとおりである。

表10.7.2-1 原地盤の初期間隙比 (e_0)、盛土載荷後の間隙比 (e_1)、圧密係数 (C_v) 等

地点	層番号	層種類	排水条件	層厚 H (m)	初期間隙比 e_0	盛土高さ (m)	圧密後の間隙比 e_1	圧密係数 C_v (m ² /日)
1	1	粘土層	片面	8.450	2.057	1.0	2.014	1023.617
	2	粘土層	片面	11.550	2.738		2.702	894.435
	3	粘土層	片面	10.850	1.907		1.890	874.611
5	1	粘土層	両面	8.750	2.055	0.7	0.025	1036.781
	2	砂層 (非圧密層)	片面	2.050	-		-	-
	3	粘土層	片面	9.700	2.716		2.687	774.189
	4	粘土層	片面	7.900	1.908		1.896	911.690

(6) 予測結果

a) 盛土による圧密沈下量及び圧密時間

盛土による圧密沈下量及び圧密時間の予測結果は、表10.7.2-2に示すとおりである。

盛土による圧密沈下は、地点1で約0.3m、地点5で約0.2mとなり、圧密度90%までの日数、すなわち概ね圧密完了時間は、予測地点1で約1,000日、予測地点5で約640日である。

造成工事期間3年を目標とし、盛土工事期間を150日と仮定した場合、予測地点1では工事期間中に圧密沈下は収束しないと予想されることから、圧密促進工法とプレロード工法を用いた場合の検討を行った。

予測地点5では、圧密度90%までの日数が640日であることから、盛土工事期間を150日と仮定した場合、造成工事期間中に圧密沈下は収束すると考えられる。

表10.7.2-2 盛土による圧密沈下量及び圧密時間

地点番号	盛土高さ (m)	最終圧密沈下量 (m)	最終沈下量を見込んだ盛土高さ (m)	圧密度 90%までの日数 (日)
1	1.0	0.293	1.293	1,000
5	0.7	0.191	0.89	640

注)圧密度 90%までの日数は、盛土工事の日数は含んでいない。

b) 圧密促進工法を用いた場合の検討

予測地点 1 (計画地南側) でペーパードレイン工法を行った場合の検討結果は、表 10.7.2-3 に示すとおりである。

盛土工事期間を 150 日と仮定した場合、ドレインピッチ 1.5m、ドレイン長 15m とした場合の圧密度 90%までの日数は約 490 日となり、造成工事期間中に圧密沈下は収束すると考えられる。

表10.7.2-3 圧密促進工法を行った場合の圧密時間

地点番号	ドレイン配置	ドレインピッチ (m)	ドレイン長 (m)	盛土高さ (m)	最終圧密沈下量 (m)	最終沈下量を見込んだ盛土高さ (m)	圧密度 90%までの日数 (日)
1	正方形	1.25	20	1.0	0.293	1.293	315
		1.50	20				320
		1.50	15				490
		1.50	10				775

注)圧密度 90%までの日数は、ドレインの施工日数、その後の盛土工事の日数は含んでいない。

c) プレロード工法を用いた場合の検討

予測地点 1 (計画地南側) でプレロード工法(プレロード厚 0.5m)を行った場合の検討結果は、表 10.7.2-4 に示すとおりである。

盛土後のプレロード放置期間を 556 日とした場合のプレロード除荷時の圧密度は 95%、圧密度 90%までの日数は約 490 日となり、造成工事期間中に圧密沈下は収束すると考えられる。

表10.7.2-4 プレロード工法を行った場合の圧密時間

地点番号	盛土高さ (m)	プレロード厚 (m)	プレロード放置期間 (日)	プレロード除荷時			圧密度 90%までの日数 (日)
				沈下量 (m)	残留沈下量 (m)	圧密度 (%)	
1	1.0	0.5	556	0.293	0.017	95	490

d)盛土による圧密沈下の周辺への影響検討

盛土による圧密沈下の周辺への影響検討結果は、表 10.7.2-5 に示すとおりである。

予測地点 1 (計画地南側) の盛土法じりでの圧密沈下量は 2.6cm、予測地点 5 (計画地北側) では 5.3cm であり、圧密沈下量が盛土周辺で 5cm 以上になる範囲は、予測地点 1 (計画地南側) では発生せず、予測地点 5 (計画地北側) では盛土法じりから 1.5m の範囲である。

表 10.7.2-5 圧密促進工法を行った場合の圧密時間

地点 番号	軟弱地層厚 H(m)	沈下量(盛土 中央) S(cm)	盛土法じりの 沈下量(cm)	沈下量 5cm* の影響範囲(m)
1	30.30	29.3	-2.6	-
5	26.35	19.1	-5.3	1.5

* 「土地改良事業計画設計基準圃場整備(水田)」(昭和 52 年 1 月、農林省構造改善局)の「(圃場の)高低差は水稻栽培上の制約から少なくとも平均標高の±5cm 以内にあることが望ましい。」より、計画地境界の許容変位量を年間 5cm 以下と考えた。

10.7.3. 評価

1) 軟弱地盤上への盛土等による地盤の変形の程度及び範囲

(1) 評価方法

a) 回避・低減の観点

地盤への影響が、事業者の実行可能な範囲内でできる限り回避され、または低減されているかどうかを明らかにした。

b) 基準・目標等との整合の観点

表 10.7.3-1 に示す基準・目標等との整合が図られているかどうかを明らかにした。

表 10.7.3-1 地盤に係る整合を図るべき基準等

項目	整合を図るべき基準・目標等
軟弱地盤上への盛土等による地盤の変形の範囲及び程度	「土地改良事業計画設計基準圃場整備(水田)」(昭和 52 年 1 月、農林省構造改善局)の「(圃場の)高低差は水稻栽培上の制約から少なくとも平均標高の ± 5 cm 以内にあることが望ましい。」より、 ・計画地境界の沈下量が年間 5 cm 以下

(2) 評価結果

a) 回避・低減の観点

盛土等による地盤の変形については、盛土後の放置期間をできるだけ確保し、必要に応じて圧密沈下を促進する対策を講じることにより、工事期間中に圧密沈下をほぼ収束させる。また、計画地周辺における地盤沈下量は、最大でも 5 cm 程度で支障はないと予測するが、表 10.7.3-2 に示す環境の保全のための措置を講じることによって地盤への影響の回避・低減に努める。

工場等の建築においては、圧密沈下量を想定した建築工事計画を立てるよう、進出予定企業に助言する。

なお、本事業では工事中、供用時とも地下水採取は行わないことから、地下水の保全の観点からは地盤への影響は回避されている。

したがって、本事業による軟弱地盤上への盛土が地盤に与える影響は、事業者の実行可能な範囲内でできる限り回避・低減が図られていると評価する。

表 10.7.3-2 地盤に関する環境の保全のための措置

影響要因	影響	検討の視点	選定した環境の保全のための措置	措置の区分	実施主体
造成地の存在	地盤沈下	周辺地盤の変形防止	・盛土は、地質調査結果を踏まえて、圧密沈下等を十分に考慮した対策工を行う。	低減	事業者
			・工事着手前から工事中にかけて、盛土に伴う圧密沈下量、変形等を敷地境界付近において観察する。	低減	事業者
			・圧密沈下量を想定した建築工事計画を立てるように、進出予定企業に指導する。	低減	事業者 進出予定企業
		地下水採取の抑制	・工事中、供用時ともに地下水採取は行わない。	回避	事業者 進出予定企業

(b)基準・目標等との整合の観点

整合を図るべき基準等と予測結果との比較は表 10.7.3-3 に示すとおりであり、本事業による軟弱地盤上への盛土等による地盤の予測結果は、整合を図るべき基準等との整合が図られていると評価する。

表 10.7.3-3 地盤の予測結果と整合を図るべき基準等との比較

項目	予測結果・環境保全措置	整合を図るべき基準・目標等
軟弱地盤上への盛土等による地盤の変形の範囲及び程度	・盛土法じりの沈下量は最大で5cm程度。	・計画地境界の沈下量が年間5cm以下

